Bac Général Physique-Chimie + SVT (Physique-chimie et Sciences de la vie et de la Terre)

SUJET D'EXAMEN (SESSION OFFICIELLE)

Physique-chimie - Session 2026

Sujet de l'examen national tel que publié pour la session indiquée. Source : sujets nationaux publiés par le ministère chargé de l'examen et les services académiques. Document mis à disposition par FormaV pour la révision.

Toutes les annales et leurs corrigés : https://bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

2026

PHYSIQUE-CHIMIE

SUJET

Mardi 16 juin 2026

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 15 pages numérotées de 1/15 à 15/15.

Les annexes des pages 14/15 et 15/15 sont à rendre avec la copie.

Exercice 1 - Les 200 ans de la pastille de Vichy (9 points)

La pastille de Vichy est un bonbon de forme octogonale et de couleur blanche. Elle tient son nom de la ville française de Vichy où elle est fabriquée depuis 1825 à partir des eaux de la station thermale. La figure 1 montre quelques-unes de ces pastilles dont le fabricant vante les propriétés digestives en raison de la présence d'ions hydrogénocarbonate.



Figure 1. Quelques pastilles de Vichy.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Pastille_de_Vichy

Les objectifs de cet exercice sont :

- estimer le volume d'eau de Vichy nécessaire pour fabriquer une pastille ;
- identifier la nature de l'arôme entrant dans la composition d'une pastille ;
- vérifier la composition en sucre d'une boisson réalisée à partir de pastilles de Vichy.

1. Composition en ions hydrogénocarbonate de la pastille de Vichy

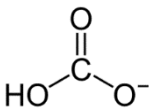
La figure 2 donne la composition d'une pastille de Vichy. Celle-ci contient 0,30 % en masse de sels minéraux, c'est-à-dire 0,22 % en masse d'ions hydrogénocarbonate de formule $\mathrm{HCO_3^-}$.



Figure 2. Composition d'une pastille
https://fr.openfoodfacts.org/produit/3664346305631/pastille-vichy

Données

- masse d'une pastille de Vichy : $m_{\text{pastille}} = 2{,}64\ \text{g}$;
- $\mathrm{p}K_\mathrm{A}$ de quelques couples acide-base :
  - $\mathrm{p}K_{\mathrm{A}_1} = 6{,}4$ pour le couple acide-base $\mathrm{CO_2(aq)}$ / $\mathrm{HCO_3^-(aq)}$,
  - $\mathrm{p}K_{\mathrm{A}_2} = 10{,}3$ pour le couple acide-base $\mathrm{HCO_3^-(aq)}$ / $\mathrm{CO_3^{2-}(aq)}$;
- masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate : $M(\mathrm{HCO_3^-}) = 61{,}0\ \text{g·mol}^{-1}$;
- formule semi-développée de l'ion hydrogénocarbonate :



Q1. Représenter la formule semi-développée de la base conjuguée de l'ion hydrogénocarbonate.

Q2. Justifier le caractère amphotère de l'ion hydrogénocarbonate $\mathrm{HCO_3^-}$.

On dissout une pastille de Vichy dans de l'eau distillée. La solution obtenue, notée S_1, a un volume $V_0 = 100\ \text{mL}$. Son pH vaut 9,0.

Q3. Tracer le diagramme de prédominance des deux couples acide-base auxquels appartient l'ion hydrogénocarbonate.

Q4. En déduire que l'ion hydrogénocarbonate est la forme majoritaire contenue dans la solution S_1.

Q5. Calculer la valeur de la masse m_f d'ions hydrogénocarbonate contenus dans une pastille de Vichy.

Le calcul de la valeur de la masse m_f s'appuie sur les informations communiquées par le fabriquant de la pastille. On souhaite vérifier expérimentalement cette valeur.

On procède alors au titrage pH-métrique d'un volume $V_1 = 50{,}0\ \text{mL}$ de la solution S_1. On considère que les seuls ions titrés sont les ions hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$. La solution titrante est une solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique $\left(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{C}\ell^-(\text{aq})\right)$ de concentration en quantité de matière $c_\text{A} = 0{,}50 \times 10^{-2}\ \text{mol·L}^{-1}$.
La courbe représentant l'évolution du pH en fonction du volume V de solution titrante versée figure sur **l'ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Q6. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

Le volume V_E de solution titrante versé à l'équivalence du titrage est compris entre $10{,}0\ \text{mL}$ et $15{,}0\ \text{mL}$.

Q7. Déterminer, en réalisant une construction sur l'**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**, la valeur du volume V_E.

On admettra par la suite que le volume équivalent vaut $V_\text{E} = 12{,}0\ \text{mL}$.

Q8. Calculer la valeur de la quantité de matière n_1 d'ions hydrogénocarbonate titrés dans le volume V_1.

Q9. Montrer que la masse m_exp d'ions hydrogénocarbonate contenus dans une pastille de Vichy vaut $7{,}3 \times 10^{-3}$ g.

Données

- l'incertitude-type $u(m_\text{exp})$, sur la valeur de la masse m_exp d'ions hydrogénocarbonate HCO_3^- , obtenue expérimentalement peut être estimée en utilisant la relation :

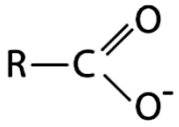
$$u(m_\text{exp}) = m_\text{exp} \times \sqrt{\left(\frac{u(c_\text{A})}{c_\text{A}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_\text{E})}{V_\text{E}}\right)^2}$$

  L'incertitude-type $u(V_\text{E})$ sur le volume à l'équivalence est estimée à $0{,}2\ \text{mL}$. L'incertitude-type $u(c_\text{A})$ sur la concentration en quantité de matière de la solution titrante d'acide chlorhydrique est estimée à $0{,}01 \times 10^{-2}\ \text{mol·L}^{-1}$;

- pour discuter de la compatibilité du résultat d'une mesure A_{mes} avec une valeur de référence A_{ref} , on peut utiliser le quotient $z=\frac{|A_{\text{mes}}-A_{\text{ref}}|}{u(A_{\text{mes}})}$ avec A_{mes} la valeur mesurée, A_{ref} la valeur de référence et $u(A_{\text{mes}})$ l'incertitude-type associée à la valeur mesurée.
  Si le quotient z calculé est supérieur à 2, on pourra considérer que la valeur mesurée n'est pas compatible avec la valeur de référence.

Q10. Vérifier si la masse m_{exp} d'ions hydrogénocarbonate obtenue expérimentalement est compatible avec la valeur de référence m_{f} calculée à partir des données du fabricant.

La pastille de Vichy contient des agents d'enrobage qui lui confèrent un aspect lisse et brillant. Les agents d'enrobage sont en partie constitués d'ions carboxylate dont une représentation est donnée figure 3.



R représente un groupe alkyle.

Figure 3. Représentation d'un ion carboxylate

Q11. Proposer une interprétation au résultat obtenu à la question précédente en considérant la composition des agents d'enrobage.

Pour comparer la quantité d'ions hydrogénocarbonate dans une pastille avec celle contenue dans un volume d'eau minérale de la station thermale, on procède à un nouveau dosage dans lequel l'eau minérale de Vichy est titrée par la solution S_A d'acide chlorhydrique.
On détermine que la valeur de la concentration en masse c_{me} en ions hydrogénocarbonate contenus dans l'eau minérale est $c_{\text{me}} = 4{,}37\times10^{3}\ \text{mg·L}^{-1}$.
Le pH à l'équivalence du titrage vaut 4,3.

La figure 4 présente les caractéristiques de plusieurs indicateurs colorés.

Indicateur coloré	Couleur		Zone de virage
	Forme acide	Forme basique	
Vert de bromocrésol	Jaune	Bleu	3,8 – 5,4
Bleu de bromothymol	Jaune	Bleu	6,0 – 7,6
Rouge de méthyle	Rouge	Jaune	4,8 – 6,0
Phénolphtaléine	Incolore	Rose	8,2 – 10,0

Figure 4. Indicateurs colorés et zones de virage

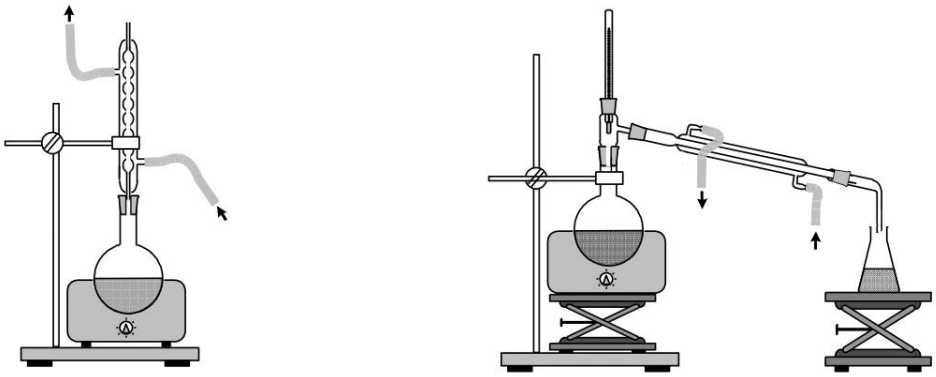
Q12. Choisir, en justifiant, un indicateur coloré adapté au titrage de l'eau de Vichy. Préciser le changement de couleur observé.

Q13. Calculer la valeur du volume, noté V_{Vichy} , d'eau minérale de la station thermale qu'il faut boire pour ingérer la même quantité d'ions hydrogénocarbonate que celle contenue dans une pastille de Vichy. L'exprimer en mL et commenter le résultat.

2. Arôme contenu dans la pastille de Vichy

L'étiquette de la figure 2 mentionne que la pastille de Vichy contient un arôme que l'on souhaite identifier.
Pour cela, on dissout 10 pastilles de Vichy dans $100\,\text{mL}$ d'eau. On procède à l'hydrodistillation de cette solution. On recueille alors un distillat.

La figure 5 présente les schémas de deux montages expérimentaux.



Montage A Montage B

Figure 5. Schémas de deux montages expérimentaux

Q14. À partir de la figure 5, identifier le schéma du montage qui a été utilisé pour réaliser l'hydrodistillation de la solution.

Le distillat obtenu est constitué de deux phases : une phase huileuse odorante et une phase aqueuse. On cherche à extraire et caractériser la phase odorante du distillat en mettant en œuvre le protocole expérimental décrit ci-dessous.

Étape 1 : verser dans le distillat une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium.
Étape 2 : verser l'ensemble dans une ampoule à décanter.
Étape 3 : introduire avec précaution quelques millilitres de dichlorométhane.
Étape 4 : agiter l'ampoule à décanter, laisser décanter.
Étape 5 : recueillir la phase organique.
Étape 6 : analyser la phase organique par chromatographie.

	Phase huileuse odorante	**Dichlorométhane**
Pictogramme de sécurité		
Solubilité dans l'eau	Faible	Quasi nulle
Solubilité dans l'eau salée	Très faible	Quasi nulle
Solubilité dans le dichlorométhane	Très forte	

Figure 6. Données physico-chimiques

Q15. À partir de la figure 6, justifier le choix du dichlorométhane comme solvant d'extraction.

La figure 7 présente le chromatogramme obtenu expérimentalement.

Le dépôt 1 est constitué de la phase organique extraite précédemment.
Le dépôt 2 est constitué d'une huile essentielle commerciale de menthe verte.

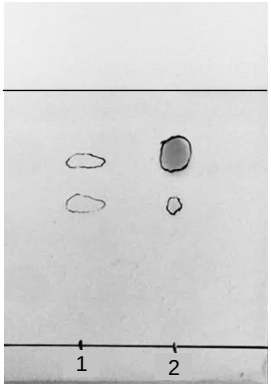


Figure 7. Chromatogramme obtenu expérimentalement

Q16. En déduire la nature probable de l'arôme contenu dans une pastille de Vichy.

3. Composition en sucre d'une boisson à base de pastilles de Vichy

Il existe dans le commerce des boissons réalisées à partir de pastilles de Vichy. Le sucre, sous forme de saccharose, entre très largement dans la composition de ces boissons.
La figure 8 présente la composition d'une telle boisson.

> **Ingrédients :** eau gazéifiée, sucre, pastilles menthe du bassin de Vichy, acide citrique, extraits naturels de menthe et de citron.

Figure 8. Composition d'une boisson à base de pastilles de Vichy.

La forte solubilité du saccharose dans l'eau s'explique par le grand nombre de ponts hydrogène que cette molécule peut former avec le solvant.
Ces ponts hydrogène se forment notamment entre les groupes hydroxyle d'une molécule de saccharose et les molécules d'eau.

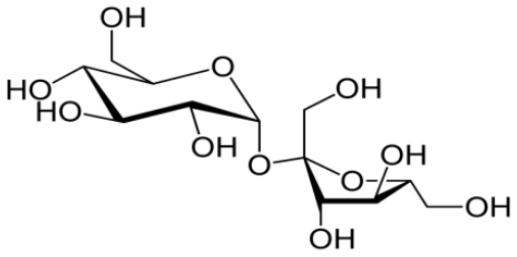


Figure 9. Représentation de la molécule de saccharose

Q17. Déterminer le nombre de groupes hydroxyle apparaissant sur la représentation de la molécule de saccharose de la figure 9.

Afin de vérifier la composition en saccharose dans cette boisson, on procède à un dosage par étalonnage. Pour cela, on prépare des solutions étalon de concentration en masse de saccharose connue, puis on mesure leur masse volumique.

La courbe d'étalonnage représentant les variations de la masse volumique, notée ρ, de ces solutions étalon en fonction de leur concentration en masse de saccharose, notée c, est donnée sur la figure 10.

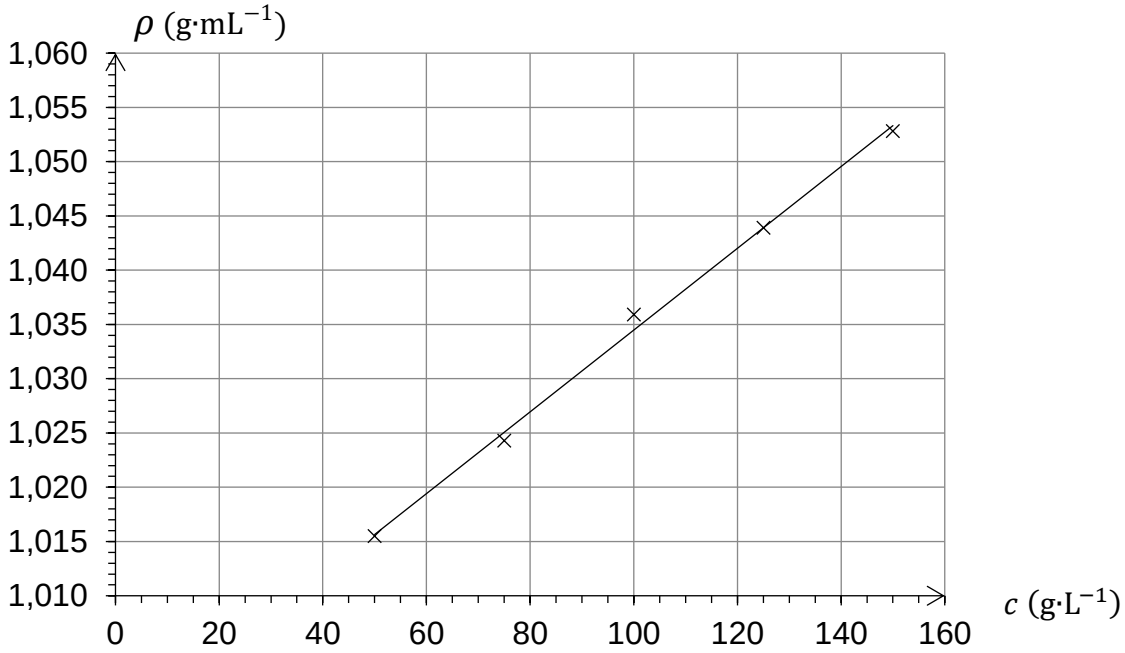


Figure 10. Évolution de la masse volumique de solutions étalon en saccharose en fonction de leur concentration en masse de saccharose.

On prélève au laboratoire un échantillon de boisson dégazée dont on mesure le volume, noté V_{boisson}. On mesure ensuite la masse, notée m_{boisson}, de cet échantillon. On obtient les résultats suivants $V_{\text{boisson}} = 268{,}0\ \text{mL}$ et $m_{\text{boisson}} = 276{,}8\ \text{g}$.

Le fabriquant indique qu'un volume de $100\ \text{mL}$ de cette boisson contient $9{,}5\ \text{g}$ de sucre.

Q18. Vérifier l'information donnée par le fabriquant.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter correctement sa démarche, même non aboutie, car elle sera évaluée.

Exercice 2 - Le césium 137 et l'essai Trinity (5 points)

Trinity est le nom du premier essai nucléaire réalisé le 16 juillet 1945 dans le désert du Nouveau-Mexique aux États-Unis, dans le cadre du projet Manhattan.
Du fait de la température très élevée lors de l'explosion, le sable présent au sol s'est vitrifié, formant un quasi-cristal appelé « trinitite » contenant un élément radioactif : le césium 137.

L'objectif de cet exercice est de déterminer l'activité du césium 137 encore présent dans un morceau de trinitite près de 80 ans après sa formation.

1. Étude de la désintégration des noyaux de césium 137

Données :

- le césium 137 ($^{137}_{55}\mathrm{Cs}$) est un noyau émetteur de type β. Il se désintègre en un noyau de baryum 137 ($^{137}_{56}\mathrm{Ba}$) ;
- l'activité $A(t)$ d'un échantillon contenant N noyaux radioactifs est le nombre de désintégrations radioactives par seconde dans cet échantillon ;
- si le nombre de noyaux radioactifs de l'échantillon est suffisamment grand, on peut considérer que $A(t) = -\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t}$;
- l'activité d'un échantillon est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs qu'il contient : $A(t) = \lambda \cdot N(t)$ avec λ constante radioactive du type de noyau considéré.

Q1. Donner la composition d'un noyau de césium 137.

Q2. Écrire l'équation de désintégration de type β du césium 137.

On étudie un échantillon qui contient un grand nombre de noyaux de césium 137. On note, $N(t)$ le nombre de noyaux à la date t et N_0 le nombre de noyaux de césium 137 à la date $t = 0\ s$.

Q3. Établir que l'évolution du nombre N de noyaux de césium 137 au cours du temps est régie par l'équation différentielle :

$$\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = -\lambda \cdot N$$

Q4. Vérifier que $N(t) = N_0 \cdot \mathrm{e}^{-\lambda t}$ est solution de l'équation différentielle précédente.

On note $t_{1/2}$ le temps de demi-vie du césium 137.

Q5. Montrer que le temps de demi-vie est lié à la constante radioactive par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

On utilise le langage de programmation Python pour simuler l'évolution du pourcentage de noyaux de césium 137 présents au sein d'un échantillon. La figure 1 présente un extrait de ce programme.

```
1   import numpy as np
2   import matplotlib.pyplot as plt
3
4
5   # Génération des valeurs de la date t (en années)
6   t = np.linspace(0, 350, 100)
7
8   # Evolution temporelle du pourcentage de noyaux de césium
9   pourcentage = 100*np.exp(.............)# ligne à compléter
10
```

Figure 1. Extrait du programme Python

Le résultat de la simulation est donné sur la courbe de l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Q6. Exploiter la courbe d'évolution du pourcentage de noyaux de césium 137 donnée dans l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE** pour estimer la valeur de la constante radioactive du césium 137, exprimée en an^{-1}. La construction graphique devra apparaître sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Le terme « pourcentage » utilisé dans la ligne 9 du programme donné en figure 1 désigne la grandeur $100 \times \frac{N}{N_0}$.

Q7. Recopier sur la copie la ligne 9 du programme et la compléter.

2. Activité de la trinitite

On ne considère dans la suite de cet exercice que la radioactivité de la trinitite due au césium 137. La constante radioactive λ du césium 137 vaut $0{,}0231\ \mathrm{an}^{-1}$.

Q8. Montrer que l'activité $A(t)$ d'un échantillon de trinitite est donnée par la relation $A(t) = A_0 \cdot \mathrm{e}^{-\lambda \cdot t}$, où $A_0 = \lambda \cdot N_0$ est l'activité de l'échantillon lors de sa formation.

Une étude menée en 2010 a permis de déterminer l'activité du césium 137 contenu dans un gramme de trinitite. Sa valeur est $A_{\text{étude}} = 48{,}3\ \mathrm{Bq}$.

Le Code de la santé publique prévoit que la détention d'une source radioactive contenant du césium 137 est exemptée de déclaration, si l'activité massique (c'est-à-dire l'activité d'un gramme de cette source) ne dépasse pas $10\ \mathrm{Bq \cdot g}^{-1}$.

Q9. À partir des résultats de l'étude menée en 2010, déterminer la valeur de la masse de trinitite à partir de laquelle une demande de détention doit être effectuée en 2026. Commenter cette valeur.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter correctement sa démarche, même non aboutie, car elle sera évaluée.

Exercice 3 - L'astéroïde 2024 PT5 (6 points)

L'astéroïde 2024 PT5 a fait l'objet de plusieurs parutions d'articles scientifiques. Deux extraits sont présentés ci-dessous.

« C'est un tout petit bout de Système solaire qui fait beaucoup parler de lui. À compter du 29 septembre, le petit astéroïde 2024 PT5 va se placer en orbite autour de la Terre. Il va rester deux mois sous l'attraction gravitationnelle de notre planète avant de s'en aller. Une deuxième lune temporaire qu'on ne pourra malheureusement pas distinguer à l'œil nu. »

https://www.cite-espace.com/actualites-spatiales/une-seconde-lune-pendant-deux-mois/, le 27 septembre 2024

« Vous vous souvenez certainement de 2024 PT5. Cet astéroïde, découvert en août dernier, est venu orbiter autour de la Terre entre novembre et janvier, au point qu'il a été surnommé la " Seconde Lune ". Ce corps rocheux, de la taille d'un bus, a passé plusieurs mois à proximité de notre planète sans jamais être capturé par sa gravité. »

https://www.cite-espace.com/actualites-spatiales/la-seconde-lune-serait-un-morceau-de-la-lune/, le 29 janvier 2025

L'objectif de cet exercice est d'expliquer pourquoi l'astéroïde 2024 PT5 n'a pas été « *capturé par la gravité* » de la Terre, puis de justifier l'affirmation selon laquelle on ne pouvait pas le distinguer à l'œil nu.

1. Mouvement autour de la Terre

Dans cette partie, on étudie l'action gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune, puis sur l'astéroïde 2024 PT5.
On s'intéresse au mouvement du centre de masse L de la Lune dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. On travaille dans le repère de Frenet (L, $\overrightarrow{u_t}$, $\overrightarrow{u_n}$) comme indiqué sur la figure 1. Le mouvement du centre de masse L est supposé circulaire uniforme.

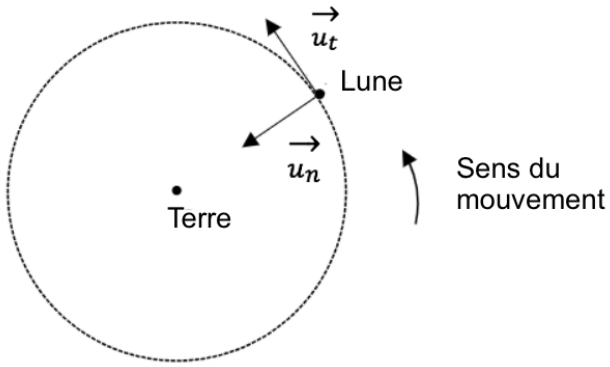


Figure 1. Étude du mouvement de la Lune dans le repère de Frenet

Données

- valeurs des masses de quelques astres :
  - masse de la Terre : $M_{\mathrm{T}} = 5{,}972\times10^{24}\ \mathrm{kg}$,
  - masse du Soleil : $M_{\mathrm{S}} = 1{,}989\times10^{30}\ \mathrm{kg}$,
  - masse de la Lune : $M_{\mathrm{L}} = 7{,}360\times10^{22}\ \mathrm{kg}$;
- valeur moyenne de la distance Terre-Soleil : $d_{\mathrm{T/S}} = 1{,}496\times10^{8}\ \mathrm{km}$;
- la force gravitationnelle exercée par un corps A de masse m_{A} sur un corps B de masse m_{B}, distant de $d_{\mathrm{A/B}}$, est donnée par la relation :

$$F_{\mathrm{A/B}} = \frac{G\cdot m_{\mathrm{A}}\cdot m_{\mathrm{B}}}{{d_{\mathrm{A/B}}}^{2}}$$

- constante universelle de gravitation : $G = 6{,}67\times10^{-11}\ \mathrm{m^3\cdot kg^{-1}\cdot s^{-2}}$;
- définition de l'unité astronomique (au) : $1\ \mathrm{au} = 1{,}496\times10^{8}\ \mathrm{km}$.

La distance du centre de la Terre au centre de la Lune est notée $d_{\mathrm{T/L}}$.

Q1. Donner l'expression vectorielle de la force $\vec{F}_{\mathrm{T/L}}$ exercée par la Terre sur la Lune.

Q2. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de la vitesse v_{L} de la Lune est donnée par la relation :

$$v_{\mathrm{L}} = \sqrt{\frac{G\cdot M_{\mathrm{T}}}{d_{\mathrm{T/L}}}}$$

Q3. Déterminer l'expression de la période de révolution T de la Lune autour de la Terre, en fonction de la distance $d_{\mathrm{T/L}}$, puis vérifier que l'on peut retrouver l'expression de la troisième loi de Kepler :

$$\frac{T^2}{d_{\mathrm{T/L}}^3} = \frac{4\pi^2}{G\cdot M_{\mathrm{T}}}$$

La valeur de la période de révolution de la Lune autour de la Terre est de 27,3 jours.

Q4. Calculer la valeur de la distance Terre-Lune $d_{\mathrm{T/L}}$.

La sphère de Hill de la Terre désigne la région entourant la Terre, à l'intérieur de laquelle l'influence gravitationnelle de la Terre domine celle du Soleil. Dit autrement, la sphère de Hill correspond à la limite, à partir de laquelle l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet est approximativement égale à celle exercée par le Soleil.

On peut déterminer le rayon de la sphère de Hill de la Terre, exprimé en km, à partir de la relation suivante :

$$r_{\mathrm{Hill}} = d_{\mathrm{T/S}}\cdot\sqrt[3]{\frac{M_{\mathrm{T}}}{3\cdot M_{\mathrm{S}}}}$$

avec :

- M_{S} : masse du Soleil en kg ;
- M_{T} : masse de la Terre en kg ;
- $d_{\mathrm{T/S}}$: distance Terre-Soleil en km.

Q5. Calculer la valeur du rayon de la sphère de Hill de la Terre.

Q6. Indiquer si la Lune se situe dans la sphère de Hill de la Terre.

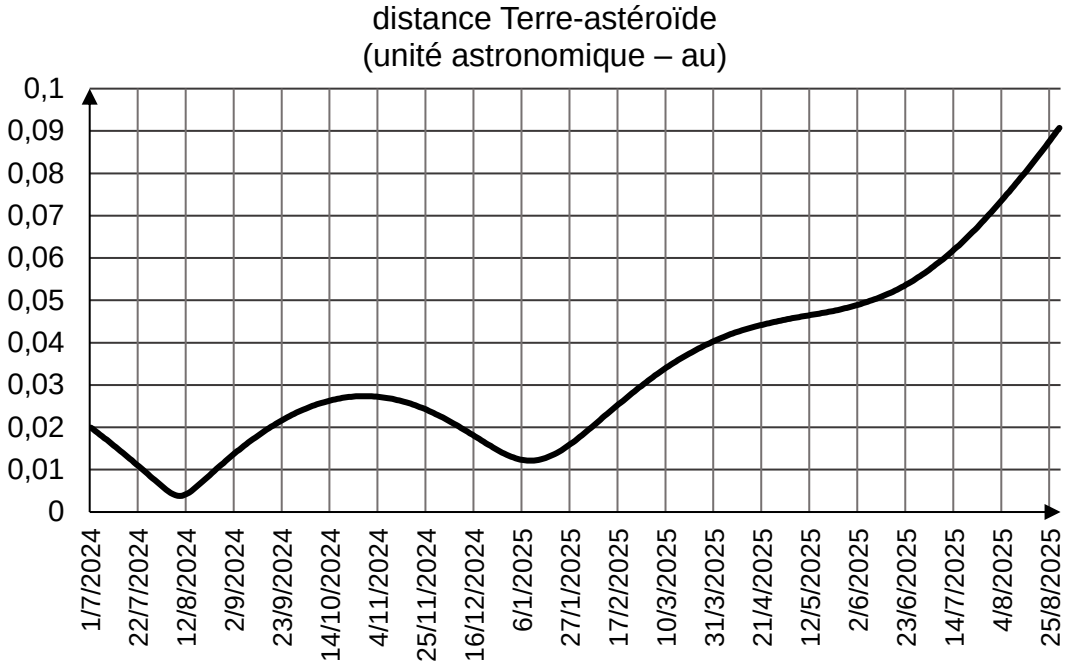


Figure 2. Distance (en unité astronomique) entre la Terre et l'astéroïde 2024 PT 5, du 1er juillet 2024 au 25 août 2025. D'après https://ssp.imcce.fr/forms/ephemeris.

Q7. À l'aide de la figure 2 et des réponses précédentes, donner un argument permettant d'expliquer la phrase de l'article « *l'astéroïde est venu orbiter autour de la Terre entre novembre et janvier, sans jamais être capturé par sa gravité* ».

2. Observation de l'astéroïde à l'œil nu

La taille de l'astéroïde est estimée à $d = 11\ \mathrm{m}$. Le 9 août 2024, il est passé au plus près de la Terre, à une distance $d_{\mathrm{A/T}} = 5{,}67 \times 10^5\ \mathrm{km}$.

Données :

- un objet AB est vu sous un angle θ par l'œil (figure 3). Le pouvoir séparateur de l'œil humain, noté ε, est la valeur minimale de l'angle θ sous lequel les deux points A et B peuvent être vus séparément.
  L'objet AB peut donc être vu distinctement par l'œil si $\theta > \varepsilon$;

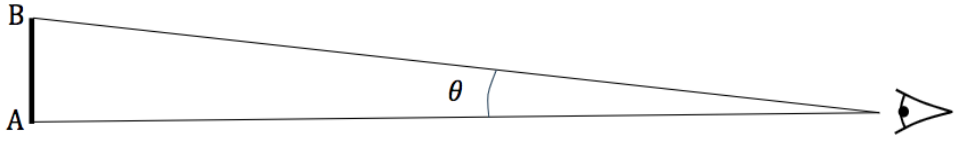


Figure 3. Observation à l'œil nu d'un objet AB

- pouvoir séparateur de l'œil de l'observateur : $\varepsilon = 3{,}0{\times}10^{-4}\ \mathrm{rad}$;
- pour des angles très petits, exprimés en radian : $\tan\theta \approx \theta$.

Q8. Montrer que la valeur de l'angle θ est égale à $1{,}9 \times 10^{-8}\ \mathrm{rad}$ lorsque l'observateur cherche à observer à l'œil nu deux points diamétralement opposés de l'astéroïde situé à la distance $d_{\mathrm{A/T}}$.

Q9. En ne tenant compte que du pouvoir séparateur de l'œil, commenter la phrase de l'article : « *Une deuxième lune temporaire qu'on ne pourra malheureusement pas distinguer à l'œil nu* ».

3. Observation de l'astéroïde avec une lunette astronomique

Pour mieux discerner des objets distants, l'une des méthodes possibles est d'utiliser une lunette astronomique.
Le grossissement de la lunette, noté G, correspond au rapport entre l'angle θ' sous lequel est vu l'objet à travers la lunette et l'angle θ : $G = \frac{\theta'}{\theta}$.
On rappelle que $\theta = 1{,}9 \times 10^{-8}\ \mathrm{rad}$.

Le critère pour pouvoir distinguer deux points d'un objet éloigné au travers de la lunette devient alors $\theta' > \varepsilon$, avec ε le pouvoir séparateur de l'œil.

Dans cette partie, on s'appuie sur le schéma de l'**ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

On note F_1, F_1', F_2, et F_2', respectivement les foyers objet et image des lentilles L_1 et L_2 ainsi que f_1', et f_2', les distances focales de ces lentilles.

La « Grande Lunette » de Meudon est encore aujourd'hui la plus grande lunette astronomique d'Europe. Elle est constituée de deux lentilles minces convergentes :

- une lentille L_1 de distance focale $f_1' = 16\ \mathrm{m}$;
- une lentille L_2 de distance focale $f_2' = 4\ \mathrm{cm}$.

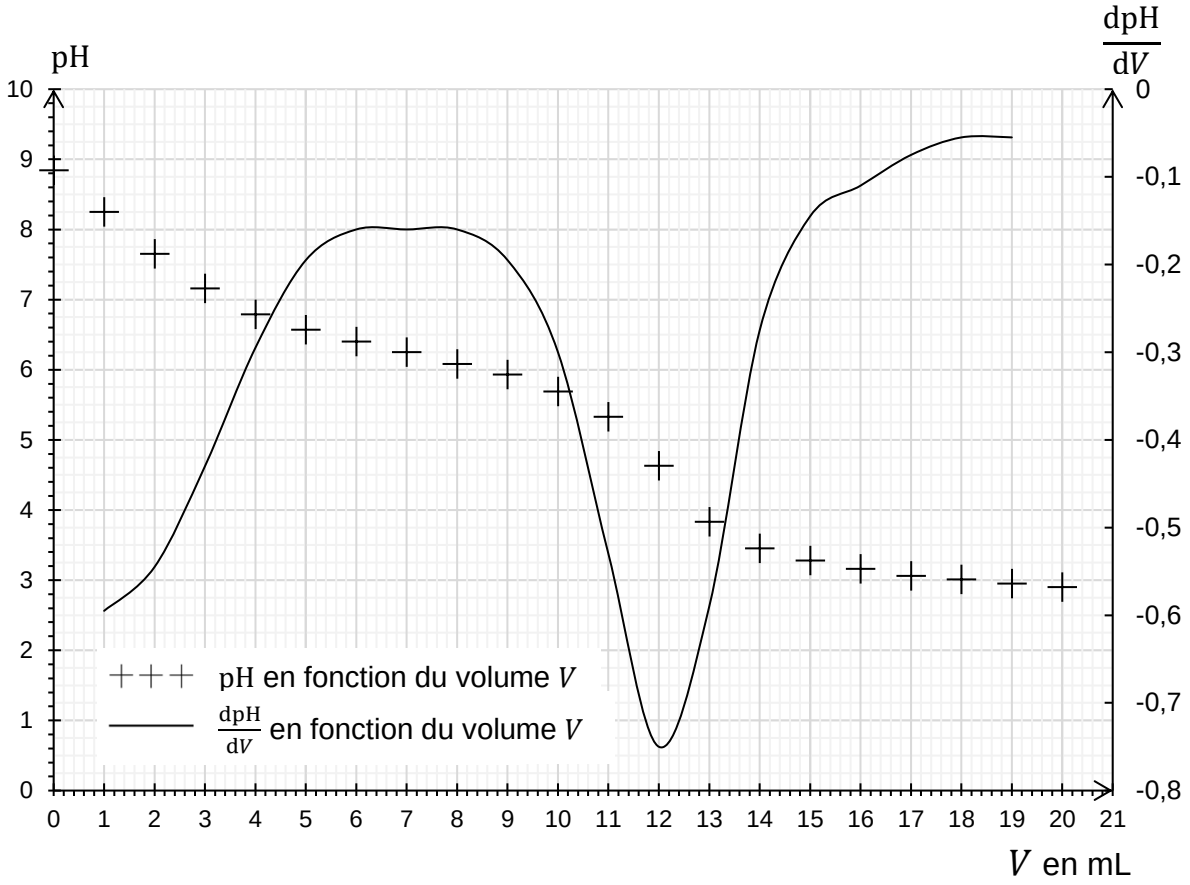
Q10. Sur le schéma de **l'ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE**, tracer la marche des deux rayons lumineux issus du point B, situé à l'infini, au travers de la lunette. Faire apparaitre l'image intermédiaire $\mathrm{A_1B_1}$.

Q11. Montrer que le grossissement de la lunette astronomique s'exprime par la relation :

$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

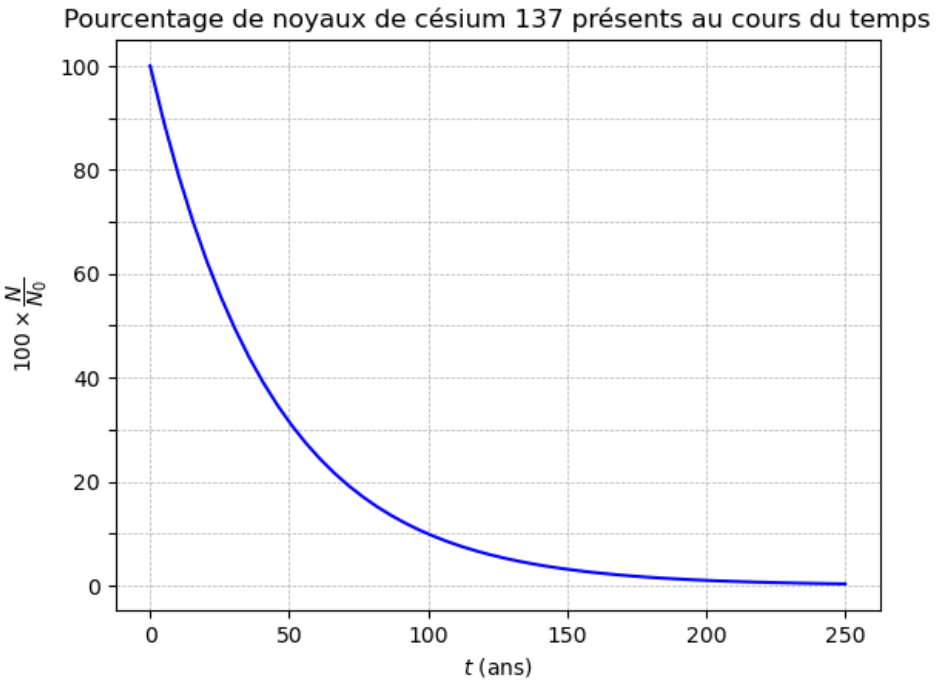
Q12. Déterminer si la « Grande Lunette » de Meudon permet de distinguer deux points diamétralement opposés de l'astéroïde 2024 PT5.

ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 1 - Q7)



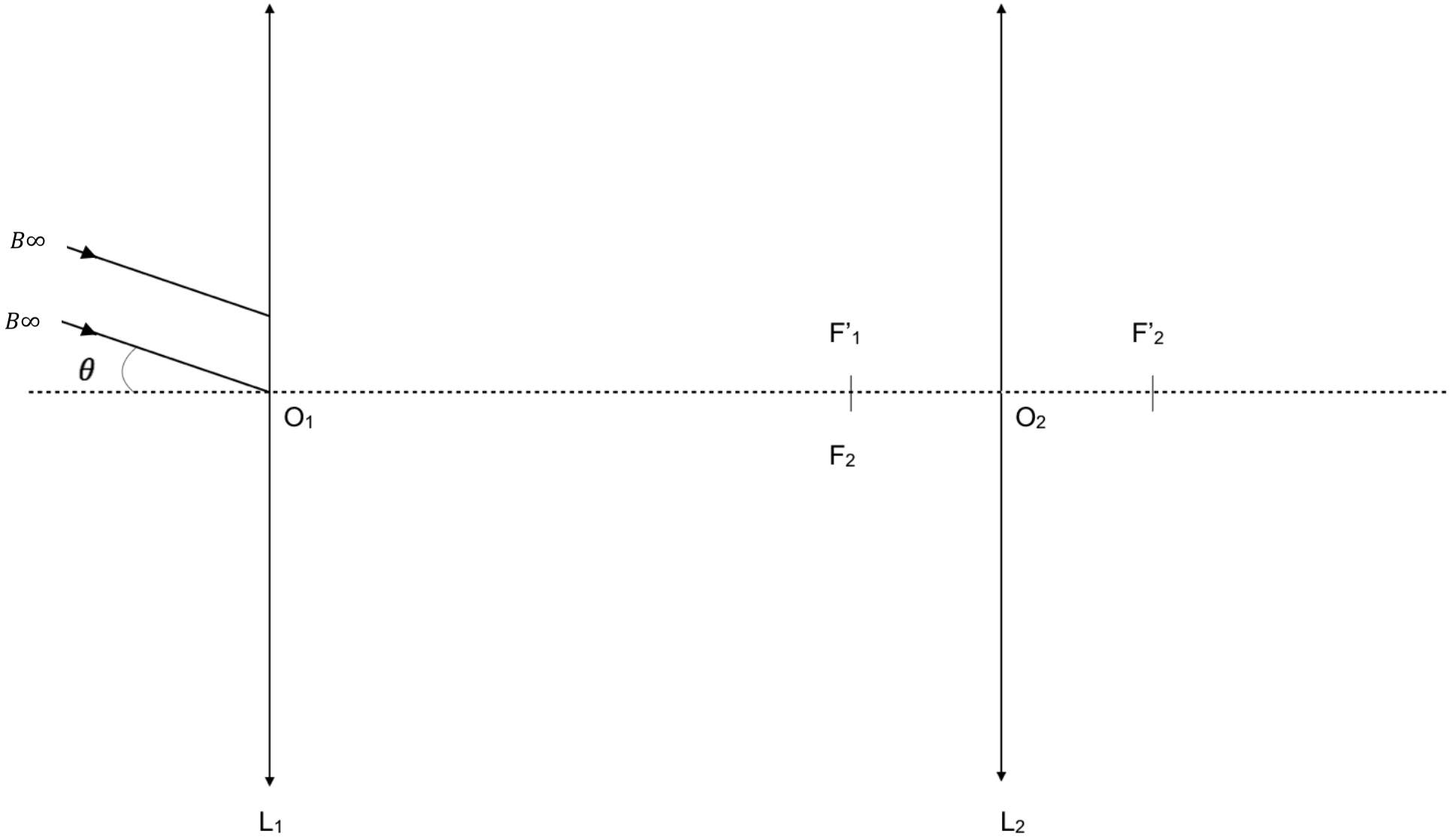
Évolution du pH et de $\frac{\mathrm{dpH}}{\mathrm{d}V}$ de la solution titrée en fonction du volume V de solution titrante versée.

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 2 - Q6)



Évolution temporelle du pourcentage de noyaux de césium 137

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).